УДК 633.11:632.112

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-39-42

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ И ВОЗДУШНОЙ ЗАСУХИ НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

В.А. Лиховидова, агроном лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
В.Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
Е.В. Ионов, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru

В статье приведены результаты влияния недостатка влаги в почве на формирование корневой системы озимой пшеницы. По развитию корневой системы (число, объем и сухая масса корешков) выделились сорта Краса Дона, Жаворонок, Бонус, Казачка, Лучезар, Шеф, Полина и линии 1120/13, 1377/06, обладающие высокими показателями по всем исследованиям. Оценку засухоустойчивости по интенсивности роста зародышевых корней проводили на семенах растений озимой пшеницы, прораставаемых в рулонах на полной питательной смеси Кнопа. Наибольший прирост зародышевых корней отмечен у образцов Полина (на 14,6 см), 134/11 (на 13,9 см), Аскет (на 13,8 см), 1430/12 (на 13,6 см), 110/11 и 1120/13 (на 13,2 см), Краса Дона (на 13 см). Засухоустойчивость определяли по степени прорастания семян на осмотическом растворе сахарозы 16 атм. Анализируемые образцы были выделены в группы по степени прорастания: I группа – высокоустойчивые (10), II группа – среднеустойчивые (4) и III – неустойчивые (6). При оценке уровня жаростойкости установлено, что из 20 анализируемых образцов 13 относятся к I группе – высокожаростойкие, 7 образцов – к среднежаростойким. Для характеристики различных показателей устойчивости растений и их взаимодействия использовали метод определения индекса комплексной устойчивости прорастающих семян. Высокие значения индекса отмечены у образцов Аскет (253,4 отн. ед.), 1377/06 (255,4 отн. ед.), Казачка (252,1 отн. ед.), Шеф (245,0 отн. ед.), Краса Дона (244,3 отн. ед.) и Полина (240,0 отн. ед.). При исследовании образцов методом определения уровня комплексной засухоустойчивости выделились образцы Аскет, 1237/13, Краса Дона, 260/09, Казачка, 1377/06, имеющие высокую степень устойчивости – от 31 до 43%.

Ключевые слова: озимая пшеница, засухоустойчивость, жаростойкость, корневая система, прирост зародышевых корней, индекс комплексной засухи.

THE EFFECT OF SOIL AND AIR DROUGHT ON THE DEVELOPMENT OF ROOT SYSTEM OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES AND LINES

V.A. Likhovidova, agronomist of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
V.L. Gaze, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department for winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

The article considers the effect of moisture shortage in soil on formation of winter wheat root system. According to root system development (number, volume and dry weight of roots) there have been identified the varieties 'Krasa Dona', 'Zhavoronok', 'Bonus', 'Kazachka', 'Luchezar', 'Shef', 'Polina' and the lines '1120/13', '1377/06' that possess high indexes in all trials. The estimation of drought tolerance on growth power of germinal roots was carried out on winter wheat seeds, germinated in rolls on a completely nutrient mixture 'Knopa'. The largest increase of germinal roots was found on the samples 'Polina' (on 14.6 cm), '134/11' (on 13.9 cm), 'Asket' (on 13.8 cm), '1430/12' (on 13.6 cm), '110/11' and '1120/13' (on 13.2 cm), 'Krasa Dona' (on 13.0 cm). Drought tolerance has been determined according to the degree of seed germination on osmotic sucrose solution (16 atm). The analyzed samples have been divided into the following groups: the 1-st group – highly tolerant samples (10), the 2-d group – average tolerant samples (4), the 3-d group – not tolerant samples (6). The assessment of heat resistance showed that 13 samples from 20 analyzed ones belong to the 1-st group of highly heat resistant; 7 samples belong to average resistant. To characterize various indexes of plant resistance and their correlation there have been used a method of determining the complex resistance index of germinating seeds. The samples 'Asket' (253.4 r. u.), '1377/06' (255.4 r. u.), 'Kazachka' (252.1 r. u.), 'Shef' (245.0 r. u.), 'Krasa Dona' (244.3 r. u.) and 'Polina' (240.0 r. u.) are characterized with high complex resistance index of germinating seeds. The samples 'Asket', '1237/13', 'Krasa Dona', '260/09', 'Kazachka', '1377/06' showed high degree of complex drought tolerance (from 31 to 43%).

Keywords: winter wheat, drought tolerance, heat resistance, root system, germinal roots increase, index of complex drought.

Введение. В настоящее время все большее значение приобретают исследования по выявлению и использованию в селекции сортов с рядом морфологических и биологических признаков, которые позволяют повысить полевую устойчивость растений к засухе, не снижая их потенциальной продуктивности (Ходаницкий, 2017). К числу таких признаков относится степень развития корневой системы. Связь между развитием корневой системы с засухоустойчивостью и урожайностью не вызывает сомнений. Со способностью корней энергично усваивать влагу с разной глубиной в наиболее ответственные фазы роста связано развитие всех органов и функций растений. Поэтому в засушливых условиях

степень развития корневой системы и скорость нарастания зародышевых корней в селекции на засухоустойчивость должны рассматривать как один из важнейших признаков (Ионов и др., 2016).

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2017 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве исходного материала использовали 20 образцов озимой мягкой пшеницы селекции АНЦ «Донской».

1. Изучение засухоустойчивости проводили на провакационном фоне «засушник» методом В.В. Маймистова (1984 г.). На площадке на высоте 0,6 м от поверхности земли расположены стеллажи, засыпан-

ные земель размерами (2,1 x 4 x 0,6 м). Высевали одномоетровые рядки с расстоянием между ними 0,15 м. Делянки – трехрядковые, площадью 0,45 м². Развитие растений пшеницы до IV этапа органогенеза (фаза кущения) проходило в опыте и в контроле в идентичных условиях. Начиная с этой фазы развития и до восковой спелости зерна растения в опыте выращивали в условиях нарастающей засухи (30% ПВ и ниже), а в контроле – при оптимальном увлажнении (70% ПВ, полив). Образцы высевали в четырехкратной повторности.

2. Оценка засухоустойчивости по характеристикам развития корневой системы (на протяжении всего вегетационного периода) (метод ВИР в изложении Г.С. Балык, 1979 г.).

3. Оценка продуктивности по интенсивности роста зародышевых корней (методика ВИР, метод М.А. Прыгун, 1988 г.).

4. Определение засухоустойчивости проводили в лабораторных условиях по методике ВИР в изложении И.Н. Кожушко, 1982 г.

5. Оценка жаростойкости (методом термотестирования), методика ВИР в изложении Г.В. Удовенко, 1988 г.

6. Определение устойчивости к комплексной засухе, методика ВИР, 1988 г.

Результаты и их обсуждение. Оценка засухоустойчивости на ранних этапах развития растений озимой пшеницы является более надежной и объективной при определении нескольких показателей устойчивости, измеряемых параллельно (Терлецкая, 2017). В наших исследованиях мы проводили оценку уровня жаро-

стойкости, засухоустойчивости, устойчивости к комплексной засухе и оценку развития корневой системы растений озимой пшеницы. Определение уровня засухоустойчивости осуществляли с помощью раствора осмотиков (сахароза 16 атм). Анализируемые образцы были выделены в группы по степени прорастания: I группа – высокозасухоустойчивые: Аскет, Казачка, Краса Дона, 1377/06, Шеф, 1232/13, Полина, Этюд, 1237/13, Лидия, которые имеют всхожесть 70–79,3%. Ко II группе – среднезасухоустойчивых – отнесены сорта Бонус, Жаворонок, Лучезар, Вольный Дон, имеющие всхожесть 50,5–66,5%. Слабозасухоустойчивые образцы III группы – 260/09, 134/11, 1430/12, 1120/13, 1283/12 имеют всхожесть 28,7–34,2%.

При определении уровня жаростойкости установлено, что из 20 анализируемых образцов 13 являются высокожаростойкими (от 89 до 98,8%), 7 образцов относятся к среднежаростойким (от 79 до 66,8%).

Для характеристики различных показателей устойчивости растений и их взаимодействия использовали метод определения индекса комплексной устойчивости прорастающих семян. Высокие значения индекса отмечены у образцов Аскет (253,4 отн. ед.), 1377/06 (255,4 отн. ед.), Казачка (252,1 отн. ед.), Шеф (245,0 отн. ед.), Краса Дона (244,3 отн. ед.), Этюд (241 отн. ед.), Полина (240,0 отн. ед.).

При исследовании образцов методом определения уровня устойчивости к комплексной засухе выделились образцы Аскет, 1237/13, Краса Дона, 260/09, Казачка, 1377/06, имеющие высокую степень устойчивости – от 31 до 43% (табл. 1).

1. Устойчивость к водному и температурному стрессам образцов озимой мягкой пшеницы в начальные фазы развития растений

1. Resistance of winter soft wheat samples to water and temperature stresses at the initial stages of plant development

Сорта	Жаростойкость	Засухоустойчивость	Индекс устойчивости к комплексной засухе	Устойчивость к комплексной засухе
Аскет	98,8	79,3	257,4	43
Лидия	91,5	70,0	231,5	15
Краса Дона	93,7	75,3	244,3	30
260/09	75,9	30,2	136,3	31
Вольный Дон	78,4	66,0	210,4	19
Жаворонок	84,0	60,0	204,0	16
134/11	70,3	28,7	127,7	15
352/11	96,8	71,6	240,0	19
1430/12	66,8	30,8	128,4	11
1120/13	79,0	34,2	147,4	19
Бонус	90,5	66,5	223,6	10
Казачка	96,9	77,6	252,1	31
Лучезар	93,9	20,5	194,9	13
Этюд	89,0	76,0	241,0	8
Шеф	98,0	73,5	245,0	7
1377/06	98,0	78,7	255,4	31
1906/07	68,0	25,7	119,4	17
1283/12	70,0	30,0	130,0	8
1232/13	90,0	73,2	236,4	14
1237/13	92,0	70,4	232,8	40

В лабораторных исследованиях оценку засухоустойчивости по интенсивности роста зародышевых корней проводили на семенах растений озимой пшеницы, проращиваемых в рулонах на полной питательной смеси Кнопа. Длину наибольшего зародышевого корня измеряли на 7-й и 12-й дни. Образцы, имеющие лучшие показатели по величине прироста наибольшего зародышевого корня растения, являются высокозасухоустойчивыми. В результате исследования наибольший прирост корней на 12 день отмечен у образцов Полина (на 14,6 см), 134/11

(на 13,9 см), Аскет (на 13,8 см), 1430/12 (на 13,6 см), 110/11 и 1120/13 (на 13,2 см), Краса Дона (на 13 см).

Корреляционный анализ связи интенсивности прироста зародышевых корней с засухоустойчивостью составляет +0,36 (средняя). Растения, имеющие высокую способность ростовых процессов зародышевых корней, образуют мощную корневую систему, охватывающую большой объем почвы, проникающую на значительную глубину, являются более засухоустойчивыми (Скворцова и др., 2017) (рис.1).

Рис. 1. Интенсивность прироста зародышевых корней (2014–2017 гг.)

Fig.1. Intensity of germinal roots increase (2014–2017)

В условиях провокационного фона «засушник» изучали влияние недостатка влаги в почве на формирование корневой системы озимой пшеницы. Степень сопротивляемости растений к обезвоживанию в разные фазы развития оценивали по изменению количества корешков, объема корневой системы и сухой массы корней. При сравнении сортов и линий с различной степенью устойчивости к засухе отмечено, что число корешков у высокочувствительных образцов в условиях недостаточной влагообеспеченности снижалось в период от фазы цветения до фазы полной спелости (в среднем от 24 до 17 шт.). У среднечувствительных сортов снижение количества корешков зафиксировано в фазу колошения (в среднем от 17 до 10 шт.). В фазу роста стебля у слабо- и среднечувствительных образцов отмечено снижение (в среднем от 15 до 7 шт.).

Недостаточная влагообеспеченность в фазу «колошение – цветение» снизило число корешков у растений озимой пшеницы и повлияло на их рост. Далее при нарастании засухи наблюдаются торможение и снижение ростовых процессов у слабо-, среднечувствительных образцов, что объясняется их низкой пластичностью. В фазах «цветение – полная спелость» у слабо-, среднечувствительных образцов отмечается линейный тип развития корешков (рис 2).

Корреляционная связь показателя «количество корешков» с засухоустойчивостью составляет $r = 0,38$ (средняя).

Объем корней в условиях почвенной засухи начиная с фазы кущения до фазы роста стебля увеличивался у всех изучаемых образцов. У высокочувствительных увеличение данного показателя происходило до фазы цветения и достигло $4,5 \text{ см}^3$ в среднем, далее объем корней постепенно снижался и в фазу полной спелости составлял $3,5\text{--}3,0 \text{ см}^3$ в среднем, а у слабо- и среднечувствительных образцов снижение данного показателя происходило с фазы роста стебля (рис. 3).

Корреляционная связь объема корней с уровнем засухоустойчивости составляет $r = 0,51$ (средняя).

Начиная от фазы выхода в трубку до фазы цветения у высокочувствительных образцов наблюдается увеличение накопления сухой массы корней в условиях засухи по сравнению с оптимальными условиями. У среднечувствительных образцов увеличение этого показателя отмечено до фазы колошения, а у слабо- и среднечувствительных – до фазы роста стебля. В дальнейшем у этих образцов происходит постепенное снижение величины накопления сухой массы корней до фазы полной спелости зерна (рис. 4).

Рис. 2. Влияние условий модельной засухи на число корешков озимой пшеницы (2014–2017 гг.)

Fig. 2. Effect of model drought on a number of winter wheat roots (2014–2017)

Рис. 3. Изменение объема корней озимой пшеницы в условиях модельной засухи (2014–2017 гг.)

Fig. 3. Change of volume of winter wheat roots in the conditions of model drought (2014–2017)

Рис. 4. Изменение сухой массы корней озимой пшеницы в условиях модельной засухи (2014–2017 гг.)

Fig. 4. Change of dry weight of winter wheat roots in the conditions of model drought (2014–2017)

Корреляционная связь данного показателя с уровнем засухоустойчивости составляет $r = 0,45$ (средняя).

Выводы. Решение проблемы засухоустойчивости невозможно без знания физиологической природы этого свойства. Физиологические механизмы подчас играют решающую роль в реализации потенциально присущего сорту уровня засухоустойчивости.

Изучение этих механизмов важно и с целью выделения источников высокой засухоустойчивости как исходного материала для селекции устойчивых сортов. В результате комплексной оценки адаптивности сортов и линий к неблагоприятным условиям среды выделились сорта Аскет, Краса Дона, Казачка, Шеф, Полина и линии 1377/06, 1232/13, 1237/13.

Библиографические ссылки

1. Ионова Е.В., Газе В.Л., Шарова В.М., Некрасов Е.И. Корневая система и сухая масса растений озимой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 32–35.
2. Кравченко Н.С., Лиховидова В.А., Скрипка О.В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 52–56.
3. Терлецкая Н.В., Зобова Н.В., Ступко В.Ю. Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы и ее диких сородичей к абиотическим стрессам in vitro и in vivo: монография. Алматы, 2017. С. 172.
4. Сковорцова Ю.Г., Филенко Г.А., Фирсова Т.И., Анисимова Н.Н., Газе В.Л. Влияние водного стресса на посевные качества семян и урожайность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 52–55.
5. Ходаницкий В., Ходоницкая А. Вторичные корни пшеницы озимой и урожай // Пропозиция. 2017. № 2. С. 64–65.

References

1. Ionova E.V., Gaze V.L., Sharova V.M., Nekrasov E.I. Kornevaya sistema i suhaya massa rastenij ozimoy pshenicy v usloviyah provokatsionnogo fona "zasushnik" [Root system and dry weight of winter wheat in the conditions of provoking background 'zasushnik'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 1(55). S. 32–35.
2. Kravchenko N.S., Lihovidova V.A., Skripka O.V. Kachestvo zerna i zasuhoustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Grain quality drought tolerance of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1. S. 52–56.
3. Terleckaya N.V., Zobova N.V., Stupko V.Yu. Izuchenie ustojchivosti fotosinteticheskogo apparata myagkoj pshenicy i ee dikih sorodichej k abioticheskim stressam in vitro i in vivo [The study of stability of photosynthetic apparatus of soft wheat and its wild relatives to abiotic stresses invitro and invivo]: monografiya. Almaty, 2017. S. 172.
4. Skvorcova Yu.G., Filenko G.A., Firsova T.I., Anisimova N.N., Gaze V.L. Vliyanie vodnogo stressa na posevnye kachestva semyan i urozhajnost' ozimoy pshenicy [The effect of water stress on sowing properties of seeds and winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 52–55.
5. Hodanickij V., Hodonickaya A. Vtorichnye korni pshenicy ozimoy i urozhaj [Secondary winter wheat roots and productivity] // Propozitsiya. 2017. № 2. S. 64–65.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.174:631.95

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО

Н.А. Ковтунова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

В.В. Ковтунов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

А.В. Барановский², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и агроэкологии, Lna_u_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889;

А.Е. Романюкин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

Е.А. Шишова¹, агроном, ORCID ID: 0000-0002-7406-6622

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3, email: vniizk30@mail.ru

²ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», 91008, ЛНР, г. Луганск-8

Луганская область находится в засушливой степной зоне, где в отдельные годы основные зерновые культуры неспособны реализовать своей потенциальной продуктивности. Цель данной работы – выявление особенностей развития сортов сорго зернового селекции АНЦ «Донской» в условиях Луганской области. Объектом исследований послужили сорта сорго селекции АНЦ «Донской» (Орловское, Зерноградское 88, Лучистое, Великан, Хазине 28) в сравнении с сортами и гибридами